

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 34 36 227 C 2

51 Int. Cl. 6:
H 01 Q 9/04
H 01 Q 1/38
H 01 Q 5/01
H 01 Q 21/24

21 Aktenzeichen: P 34 36 227.4-35
22 Anmeldetag: 3. 10. 84
43 Offenlegungstag: 11. 4. 85
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 5. 96

DE 34 36 227 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31

04.10.83 FR 83 15809

73 Patentinhaber:

Dassault Electronique S.A., Saint-Cloud, FR

74 Vertreter:

Patentanwalt Dipl.-Ing. Walter Jackisch & Partner,
70192 Stuttgart

72 Erfinder:

Clerc, Fabrice, Fontenay aux Roses, FR; Courtet,
Guy, Nanterre, FR

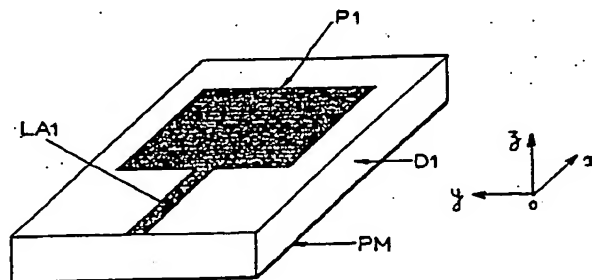
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 26 33 757
US 42 18 682
US 41 62 499

JAMES, J.R. et al: Microstrip antenna theory and
design. Peter Peregrinus Ltd., 1981, S.67-110
u. 256-282 - ISBN 0 906048 57 5;

54 Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung

57 Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung mit mindestens einem, einen gedämpften Resonator bildenden Strahlerelement, bestehend aus wenigstens zwei aufeinandergeschichteten Platten als Dielektrikum (D1, D2), einer Gegengewicht-Metallschicht (PM), die sich unter der unteren Dielektrikum-Platte (D1) befindet, einem zwischen beiden Dielektrika angeordneten Metallbelag (P11; P21), und einem auf dem oberen Dielektrikum befindlichen Metallbelag (P12; P22), sowie mit einer Koaxial-Speiseleitung, deren Außenmantel (CB12; CB22) mit der Gegengewicht-Metallschicht (PM) verbunden ist, und deren Innenleiter (CA12; CA22) durch Ausnehmungen in den Dielektrika (D1 und D2) hindurchgeführt ist, die Gegengewicht-Metallschicht (PM) und den inneren Metallbelag (P11; P21) berührungslos durchsetzt und mit dem oberen Metallbelag (P12; P22) elektrisch leitend verbunden ist, und mit Kurzschluß-Verbindungen zwischen den Metallbelägen (P11, P12; P21, P22) und zwischen der Gegengewicht-Metallschicht (PM) und mindestens einem der Metallbeläge, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Metallbeläge (P11, P12; P21, P22) durch in einer Reihe nahe an einer Kante des oberen Metallbelages (P12; P22) angeordnete Kurzschlüsse (CC12; CC22) elektrisch verbunden sind, und daß der innere Metallbelag (P11; P21) mit der Gegengewicht-Metallschicht (PM) durch nahe seiner einen Kante in einer Reihe angeordnete Kurzschlüsse (CC11; CC21) verbunden ist.



DE 34 36 227 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bei Antennenanordnungen dieser Art bildet das Strahlerelement einen gedämpften Resonator mit schmaler Bandbreite und Dämpfungen bei der Resonanzfrequenz, die ziemlich genau bestimmt werden können. Derartige Antennenanordnungen sind beschrieben in: "Microstrip antenna, Theory and Design" von J. R. James, P. S. Hall, und C. Wood, IEE Electromagnetic Waves Series, Band Nr. 12, 1981, S. 67 bis 110 und 256 bis 282, herausgegeben von Peter Peregrinus Ltd.

Aus der US 4 218 682 ist eine solche Antennenanordnung mit mehreren, durch Dielektrika getrennten Metallschichten bekannt, bei der zwei Metallschichten mit der Gegengewicht-Metallschicht durch einen einzigen Kurzschluß-Stift verbunden sind. Die Strahlerelemente können einzeln auf verschiedenen Frequenzbändern oder gemeinsam als Breitbandantenne arbeiten. Die Antennenanordnungen können zum Senden oder zum Empfangen von elektromagnetischen Wellen dienen. Der Begriff "Antenne" und "Strahlerelement" wird daher hier sowohl im Sinne des aktiven Teils einer Sendantenne als auch im Sinne des Aufnahmeteils einer Empfangsantenne gebraucht.

Zur Informationsübertragung, ebenso aber auch zur Funkortung, soll die Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung nach Möglichkeit mehrere Forderungen erfüllen, die aber in ihrer Realisierung einander widersprechen:

- die Eigenschaft, gleichzeitig auf zwei Frequenzen mit jeweils sehr schmalen Frequenzband in der Größenordnung von einigen Prozent der Mittelfrequenz zu arbeiten,
- eine Öffnung des Strahlungs-Winkels, die sich möglichst bis zu 180° erstreckt, und im Zusammenarbeiten mit mehreren Strahlerelementen eine quasi halbkugelförmige Antennencharakteristik ergibt,
- möglichst geringer Raumbedarf,
- die Möglichkeit einer zirkularpolarisierten Arbeitsweise.

Diese Forderungen treffen insbesondere dann zusammen, wenn bestimmte Typen von anpaßbaren Antennen realisiert werden sollen.

Die bisher bekannten Mikrostreifenleiter-Antennenanordnungen genügen nur unvollkommen diesen Forderungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Antennenanordnung so auszubilden, daß die Forderungen nach einer Antennencharakteristik mit einem Öffnungswinkel von etwa 180°, einer Arbeitsweise mit zwei schmalen Frequenzbändern und nach geringem Raumbedarf gleichermaßen erfüllt werden.

Die Aufgabe wird gemäß der Erfindung mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Mit der so ausgebildeten Antennenanordnung kann auf zwei Frequenzen gearbeitet werden, wobei die Strahlungszonen, bezogen auf je eine der beiden Frequenzen, von je einem Randstreifen des Strahlerelementes ausgehen und ein für beide gemeinsamer, in seiner Impedanz angepaßter Eingang erreicht wird.

In Weiterbildung der Erfindung kann eine zweite Koaxialleitung für die Einspeisung vorgesehen sein (Anspruch 2). Diese Antennenanordnung arbeitet ebenfalls

auf zwei Frequenzen, wobei die beiden Strahlungszonen jeweils praktisch von einem einzigen Leiterstreifen ausgehen. Die beiden Metallbeläge haben je einen getrennten, elektrisch angepaßten Eingang für jede der beiden Frequenzen.

Dadurch können die Einspeisungen für die beiden Metallbeläge gut voneinander entkoppelt werden.

Die geometrische Konfiguration der Metallbeläge soll nach einer bevorzugten Ausführungsform sehr genau rechtwinklig sein. Das Maß des Belages in Querrichtung zu der geradlinigen Reihe der Kurzschlußverbindungen soll in diesem Fall möglichst genau einem Viertel der Wellenlänge λ_g , mit $\lambda_g = \lambda_0/\epsilon_r$ entsprechen, wobei λ_0 die Wellenlänge der Mittelfrequenz in der Luft ist und ϵ_r die Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums ist.

Die andere Dimension des Rechtecks kann zwischen einem Viertel und der Hälfte derselben Wellenlänge gewählt werden.

Vorzugsweise ist der obere Metallbelag in seinen Abmessungen etwas kleiner als der innere Metallbelag und liegt in der Projektion auf den inneren Metallbelag innerhalb von dessen Umriß.

Die so ausgebildeten Strahlerelemente genügen den meisten Forderungen, die eingangs angegeben sind. Ihre Strahlungscharakteristik hat einen Öffnungswinkel von nahezu 180°, allerdings nur innerhalb eines Kugelsektors. Die Form dieses Kugelsektors wird bestimmt durch die unmittelbare Nachbarschaft der senkrecht auf der Reihe der Kurzschlußverbindungen stehenden Ebene, die an den Koaxialleitungen vorbeiführt.

Um bei Zirkularpolarisation eine halbkugelförmige Charakteristik zu erhalten, sind nach Anspruch 8 und der zugehörigen Beschreibung vier Strahlerelemente in besonderer Anordnung vorgesehen. Diese Anordnung kann in verschiedener Weise realisiert werden. Zweckmäßig werden jedoch die vier Strahlerelemente auf denselben aufeinandergeschichteten Dielektrikum-Platten angebracht. Diese Baueinheit hat darum, insbesondere auch wegen der Zuführung der Koaxialleitung von unten, einen besonders geringen Raumbedarf.

Eine solche Anordnung der Strahlerelemente ist besonders interessant, wenn damit bestimmte Typen anpaßbarer Antennen realisiert werden sollen, die gegebenenfalls in der Lage sind, zirkularpolarisierend zu arbeiten.

Noch mehr verallgemeinert kann dieses Prinzip auf andere Typen von Antennen mit Gruppen von Strahlerelementen angewendet werden. Es ist bekannt, eine anpaßbare Antenne aus einer Gruppe von Strahlerelementen zusammenzusetzen, die elektrisch individuell zugänglich sind, was in der Summe kohärente, ausgewogene und selektive Signale ergibt und, bezogen auf jedes der Elemente, eine gute Anpassung der Antenne an das Signal erlaubt, das empfangen werden soll, andererseits aber in der Lage ist, Interferenz- und/oder Störsignale zu unterdrücken.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen in der folgenden Beschreibung noch mit weiteren Merkmalen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Beispiel eines bekannten Mikrostreifenleiter-Strahlerelementes, das auf einer einzigen Frequenz arbeitet,

Fig. 2 und 3 die Strahlungscharakteristiken des Elementes nach Fig. 1,

Fig. 4 ein anderes bekanntes Mikrostreifenleiter-Strahlerelement, vergleichbar mit dem Element nach Fig. 1,

Fig. 4A eine konventionelle Darstellung des Elementes nach Fig. 4,

Fig. 5 eine Variante des Strahlerelementes nach Fig. 4 und 4a, an dem die Speiseleitung zwecks Impedanzanpassung unsymmetrisch angeordnet ist,

Fig. 6 ein anderes Beispiel einer bekannten Mikrostreifen-Antennenanordnung, die auf zwei Frequenzen arbeiten kann,

Fig. 7 ein weiteres Beispiel einer bekannten Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung, die ebenfalls geeignet ist, auf zwei Frequenzen zu arbeiten,

Fig. 8 eine Ausführungsform eines Strahlerelementes der Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung für zwei Frequenzen gemäß der Erfindung in perspektivischer Darstellung ohne Darstellung des Dielektrikums,

Fig. 9 eine konventionelle schematische Ansicht des Elementes gemäß Fig. 8,

Fig. 10 einen Schnitt nach X-X in Fig. 8,

Fig. 11 eine konventionelle schematische Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines Strahlerelementes gemäß der Erfindung, bei der zwei elektrisch voneinander getrennte Eingänge für die beiden Arbeitsfrequenzen vorgesehen sind,

Fig. 12 einen Schnitt nach XII-XII in Fig. 11,

Fig. 13 in der gleichen konventionellen Darstellungsart eine Anordnung von vier Strahlerelementen vom Typ nach Fig. 8, die eine halbkugelförmige Charakteristik in Zirkularpolarisation ermöglicht,

Fig. 14 in derselben Darstellungsart eine Anordnung von vier Strahlerelementen nach Fig. 11, ebenfalls mit halbkugelförmiger Charakteristik.

Fig. 1 zeigt in perspektivischer, vereinfachter Darstellung ein Strahlerelement in Mikrostreifenleiter-Ausführung bekannter Art. Ein plattenförmiges Dielektrikum D1 ist auf der Unterseite vollständig mit Metall beschichtet. Die Metallschicht PM bildet das Antennen-Gegengewicht. Auf der Oberseite befindet sich eine Metallschicht P1 von geometrisch genau bestimmter Form, die hier rechteckig ist. An einer ihrer Kanten ist diese rechteckige Metallschicht P1 durch einen Streifen LA1 verlängert, der eine Speiseleitung bildet. Das Element kann als gedruckte Schaltung in Siebdruck-Techniken ausgeführt sein oder in anderer bekannter, gleichwertiger Technik, wie sie für Zweipol-Schaltungen angewendet wird.

Der Ausdruck "Metallschicht" oder "Metallbelag" soll allgemein eine metallisierte Oberfläche bezeichnen, beispielsweise in der Konfiguration wie P1, jedoch wird das Wort "Belag" gelegentlich auch für das gesamte Bauelement gebraucht, das aus dem als Substrat dienenden Dielektrikum und der Metallschicht bzw. dem Metallbelag besteht.

Fig. 2 ist eine Draufsicht auf das Strahlerelement gemäß Fig. 1. Diese Draufsicht entspricht der konventionellen Darstellung, in der das Dielektrikum ebenso wie die Gegengewichtsschicht weggelassen ist, um die Darstellung zu vereinfachen. In Fig. 2 sind das Seitenmaß W des Metallbelages P1 quer zur Speiseleitung LA1 und das Maß L parallel zur Speiseleitung LA1 eingetragen.

Eine solche Metallschicht bildet einen gedämpften Resonator, wobei die Verlustwiderstände in Höhe der beiden Ränder an den Seiten W lokalisiert sind, also einerseits auf der Seite der Speiseleitung LA1 und andererseits auf der ihr gegenüberliegenden Seite. Wie Fig. 3 zeigt, ist das Strahlerelement nach den Fig. 1 und 2 folglich vergleichbar mit zwei strahlenden Streifen F11 und F12 von sehr geringer Breite und der Länge W. Fig. 3 zeigt die Richtung des elektrischen Feldes E auf den

Streifen des Elementes. Die Fig. 1 bis 3 sind auf eine Orthonormalbasis bezogen, die es gestattet, daraus die entsprechenden Orientierungen abzuleiten. Nach Fig. 2 und 3 steht die Achse z senkrecht zur Zeichenebene und ist gegen den Betrachter gerichtet.

Ein Strahlerelement, wie es in den Fig. 1 bis 3 dargestellt ist, arbeitet auf einer einzigen Frequenz mit sehr geringer Bandbreite. Infolgedessen erfüllt es nicht die Forderung nach einem Öffnungswinkel der Antennencharakteristik von nahezu 180° , denn es ist vergleichbar mit zwei getrennten Strahlerstreifen F11 und F12, wie Fig. 3 zeigt.

In Fig. 4 ist ein anderer bekannter Typ eines Strahlerelementes in Mikrostreifenleiter-Ausführung dargestellt. Dieses Element hat den Vorteil, daß nur ein einziger Resonanzstreifen vorhanden ist. Das Dielektrikum ist in Fig. 4 nicht dargestellt. Die Gegengewicht-Metallschicht PM ist mit dem Metallbelag P4 durch eine Reihe von Kurzschlüssen CC4 verbunden, die aus einer Anzahl von Kurzschlußstiften oder aus durchmetallisierten Löchern besteht, die hier auf einer Geraden und nahe an einem Außenrand des Metallbelages P4 liegen. In diesem Fall ist nur der strahlende Streifen auf der Seite der Versorgungsleitung LA4 und senkrecht zu ihr vorhanden. Fig. 4A zeigt die konventionelle Darstellung, in der weder das Dielektrikum noch die Gegengewichtsschicht ersichtlich ist. Die Reihe der Kurzschlüsse CC4 ist durch eine strichlierte Linie dargestellt, in Draufsicht auf die Metallschicht P4 und den die Speiseleitung bildenden Leiter LA4.

Eine solche Einrichtung erlaubt einen Öffnungswinkel der Antennencharakteristik von geringfügig weniger als 180° bei einer einzigen Frequenz. Indessen ergeben sich Probleme mit der Anpassung der Eingangsimpedanz an die Speiseleitung LA4. Außerdem bedeutet diese Anordnung einen erheblichen Raumbedarf für die Baueinheit, da der Leiter LA4 wenigstens zum Teil in die Fläche zur Aufnahme der Metallbeschichtung einbezogen ist.

Fig. 5 zeigt eine Variante des Elementes nach Fig. 4, in der die Speiseleitung LA4 seitlich versetzt ist im Vergleich zu Fig. 4A, um eine Anpassung der Eingangsimpedanz zu erreichen. Abgesehen von der heiklen Bemessung und Ausführung, die in jedem besonderen Fall der Impedanzanpassung erforderlich sind, um den Leiter LA4 richtig zu positionieren, ist auch hier der nachteilig hohe Raumbedarf gegeben, weil sich der Leiter LA4 von dem Resonator P4 aus seitwärts erstreckt.

In Fig. 6 ist ein Strahlerelement dargestellt, das auf zwei Frequenzen arbeiten kann. Dieses Strahlerelement besteht aus zwei übereinander geschichteten dielektrischen Platten D1 und D2, die nach Aufbringen je eines der beschriebenen Ausführung entsprechenden Metallbelages pro Platte miteinander verbunden wurden, beispielsweise verklebt sind. Auf der Unterseite der Platte D1 befindet sich die Gegengewicht-Metallschicht PM. Zwischen den Platten D1 und D2 befindet sich der eine, innere Metallbelag P6B. Der zweite, obere Metallbelag P6H ist auf der freien Oberfläche der dielektrischen Platte D2 angeordnet. Der Belag P6B enthält keine Speiseleitung, während zu dem oberen Belag P6H ein Leiter LA6 als Speiseleitung führt.

Das Doppelfrequenz-Strahlerelement nach Fig. 6 macht die Nachteile deutlich, die dann entstehen, wenn für jede der beiden Arbeitsfrequenzen zwei Strahlerstreifen, also an zwei Rändern jedes Metallbelages vorhanden sind. Dabei ergibt sich das erläuterte Problem der Impedanzanpassung, das mit der erforderlichen La-

gegenauigkeit der Speiseleitung LA6 zusammenhängt. Außerdem ist auch hier der Nachteil des großen Platzbedarfs infolge der seitlichen Lage des Leiters LA6 gegeben.

Für Doppelfrequenz-Strahlerelemente ist schließlich noch die in Fig. 7 im Schnitt dargestellte Konfiguration bekannt. Die Metallbeläge P7H und P7B sind von der gleichen Art wie nach Fig. 6 und können im wesentlichen die gleiche Form haben. Die Art der Einspeisung ist indessen unterschiedlich. Es ist eine Speiseleitung nach Art eines Koaxialkabels vorgesehen, die von unten einmündet. Ihre Abschirmung CB7 ist mit der Gegengewicht-Metallschicht PM verbunden. Ihr Innenleiter bzw. die Kabelseele CA7 durchquert die Gegengewichtsschicht und den unteren Metallbelag, ist von beiden Schichten PM und P7B isoliert und an den oberen Metallbelag P7H in einem bestimmten Punkt angeschlossen.

Diese Ausbildung der Zweifrequenz-Antenne hat im Vergleich zu der Ausführung nach Fig. 6 einen geringeren Platzbedarf, jedoch den beschriebenen Nachteil, daß die beiden Metallschichten P7B und P7H bei ihrer Arbeitsfrequenz zwei abstrahlende Bereiche haben, nämlich an den parallelen Randstreifen.

Im folgenden werden die Strahlerelemente der erfindungsgemäßen Antennenanordnung erläutert.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß jede Modifizierung von Schaltungsanordnungen für den Mikrowellenbereich zu nicht vorhersehbaren Ergebnissen führen kann, wurde überraschend gefunden, daß unter bestimmten Bedingungen ein Strahlerelement zu realisieren ist, das aus zwei durch ein Dielektrikum getrennten Metallschichten besteht, und bei dem Kurzschlüsse zwischen beiden Metallschichten und zwischen der inneren Metallschicht und der Gegengewichtsschicht vorgesehen sind, wobei die obere Metallschicht über eine von unten zugeführte, einem Koaxialkabel entsprechende Leitung gespeist wird, deren Außenmantel an die Gegengewichtsschicht und deren Innenleiter an die obere Metallschicht angeschlossen ist.

Eine Ausführungsform dieses Strahlerelementes zeigt Fig. 8 perspektivisch, wobei die Dielektrika zur Vereinfachung nicht dargestellt sind. Mit der Gegengewicht-Metallschicht PM ist der erste Metallbelag P11 in der Nähe seiner einen Kante durch eine geradlinige Reihe von Kurzschlußstiften CC11 verbunden. Der zweite Metallbelag P12 ist mit dem Belag P11 durch eine weitere geradlinige Reihe von Kurzschlüssen CC12 verbunden, die sich nahe an einer Kante dieses Belages P12 befinden.

Aus den Fig. 8 bis 12 ist zu erkennen, daß Durchgänge in den Dielektrika D1 und D2 als zylindrische Löcher oder Bohrungen OD11 und OD12 ausgeführt sind. Ebenso wurde eine Öffnung OP11 im inneren Belag P11 ausgespart. In der Gegengewicht-Metallschicht PM ist eine Öffnung OPM ausgespart. Die Ausnehmung OP11 im Belag P11 hat etwa gleichen Querschnitt wie die Bohrung OD11 im Dielektrikum D1 und ist kleiner als die Ausnehmung OPM in der Gegengewicht-Metallschicht PM, aber größer als die Bohrung CA12 im oberen Dielektrikum D2, so daß der Mantel der Koaxialleitung und die aufeinanderfolgenden Bohrungen OD11 und OD12 im Querschnitt stufenweise abnehmen und die Kabelseele CA12 in der gemeinsamen Achse der Bohrungen liegt. Der Außenmantel der Koaxialleitung, als Abschirmung CB12 bezeichnet, wurde an die Gegengewichtsschicht angelötet und endet dort. Der Innenleiter CA12 der Koaxialleitung durchsetzt die Bohrungen

bzw. Löcher der Dielektrika und der inneren Metallschicht und ist in einem bestimmten Punkt an den oberen Belag P12 angelötet.

Es hat sich herausgestellt, daß alle Bemessungen des Strahlerelementes kritisch sind. Die Konfiguration der abstrahlenden Metallschichten muß mit Sorgfalt gewählt werden, ebenso die Ausführung und die Positionierung der Kurzschlußverbindungen. Dasselbe gilt für die Position der beiden Beläge relativ zueinander sowie für die Lage der Ausnehmung OP11 und des Punktes, an dem der Innenleiter CA12 mit dem oberen Belag P12 verbunden ist.

Mit den rechteckigen Belägen P11 und kP12, wie sie in den Fig. 8 bis 10 dargestellt sind, kann die Position des Innenleiters der Koaxialleitung mit Hilfe der in Fig. 9 eingetragenen Größen α , β , γ und δ festgelegt werden. Diese Größen sollen die folgenden Beziehungen möglichst genau erfüllen:

$$\beta = k(\alpha + \beta)$$

$$\delta = k'(\gamma + \delta)$$

mit k und k' im Bereich von 0,2 bis 0,5, vorzugsweise etwa 1/3.

Die Bemessung der rechteckigen Beläge bzw. Metallschichten P11 und P12 ist von den zugehörigen Wellenlängen bzw. Arbeitsfrequenzen abhängig und durch die folgenden Beziehungen gegeben:

Breiten:

$$\begin{aligned} (\alpha + \beta) &\approx \lambda_0/4\sqrt{\epsilon_r} \\ (\gamma + \delta) &\approx \lambda_0'/4\sqrt{\epsilon_r} \end{aligned}$$

wobei λ_0 und λ_0' die Wellenlängen in der Luft bei den Mittelfrequenzen darstellen, während ϵ_r die relative dielektrische Leitfähigkeit des Dielektrikums ist. Die Länge des Belages kann bis zum Doppelten dieser Breite betragen, zum Beispiel zwischen $\lambda_0/4\sqrt{\epsilon_r}$ bis $\lambda_0/2\sqrt{\epsilon_r}$ liegen.

Selbstverständlich weiß der Fachmann, daß auch andere als rechteckige Konfigurationen für die Metallschichten P11 und P12 möglich sind, und dementsprechend kann die Position sowohl der Reihen der Kurzschlußverbindungen als auch der Durchlaßöffnungen für den Innenleiter der Koaxialleitung auf experimentellem Wege bestimmt werden.

Es kann wünschenswert sein, die Speisung für die beiden Arbeitsfrequenzen getrennt auszuführen. Hierfür ist die abgewandelte Ausführungsform nach den Fig. 11 und 12 vorgesehen.

Dieses Strahlerelement hat ebenfalls eine Gegengewicht-Metallschicht PM, zwei miteinander verbundene Platten als Dielektrika D1 und D2, eine innere Metallschicht P21 und eine äußere Metallschicht P22, beide in der bevorzugten rechteckigen Form.

Die Reihe der Kurzschlußverbindungen CC21 liegt auf einer Seite — in der Zeichnung auf der rechten Seite — zwischen dem inneren Belag P21 und der Gegengewichtsschicht. Die andere Reihe der Kurzschlüsse CC22, die den Innenbelag P21 mit dem oberen Belag P22 verbinden, liegt auf der anderen Seite, in den Fig. 11 und 12 also auf der linken Seite. Im übrigen liegen die beiden geradlinigen Reihen der Kurzschlußverbindungen CC21 und CC22 wie bei der Ausführungsform nach den Fig. 8 bis 10 nahe am jeweiligen Rand der rechteckigen Beläge P21 und P22.

Die Durchbrüche bzw. Bohrungen OD21 und OD22, von denen der obere kleineren Querschnitt hat, sind in den beiden Dielektrika D1 und D2 fluchtend zueinander ausgerichtet. Der Durchgang OD21 ist abgeschirmt. In Achsrichtung bzw. am Übergang der beiden Durchbrüche hat der Belag P21 eine Aussparung OP21, und die Gegengewicht-Metallschicht PM hat eine Aussparung OPM21. Der Außenmantel CB22 einer Koaxialleitung ist am Rand der Öffnung OPM21 an der Gegengewicht-Metallschicht PM angelötet. Der Innenleiter CA22 dieser Koaxialleitung durchsetzt die Ausnehmungen und die Bohrungen und ist mit einem bestimmten Punkt des oberen Belages P22 elektrisch leitend verbunden.

In einem bestimmten Abstand, hier auf der anderen Seite der Baueinheit der beiden Beläge P21 und P22, ist eine zweite Speisung mittels einer Koaxialleitung vorgesehen, die mit ihrem Innenleiter CA21 nur an den Belag P21 geführt ist. Eine vertikale zylindrische Öffnung OD20 ist im Dielektrikum D1 vorhanden und gleichachsig mit ihr ist in der Gegengewicht-Metallschicht PM eine weitere Öffnung OPM20 vorgesehen. Die zweite Koaxialleitung hat einen Außenmantel CB21, der mit der Gegengewicht-Metallschicht PM sorgfältig am Rand der Öffnung OPM20 über deren ganzen Umfang verbunden ist. Der Innenleiter dieser zweiten Koaxialleitung, bezeichnet mit CA21, durchsetzt die Öffnung OPM20 und die Bohrung OD20 und ist an einem bestimmten Punkt am inneren Belag P21 elektrisch leitend befestigt.

Das Strahlerelement nach den Fig. 11 und 12 erlaubt für dessen beide Arbeitsfrequenzen eine getrennte elektrische Speisung und Anpassung.

Obwohl die aufgetretenen Phänomene nicht vollständig zu erklären sind, scheint es, daß die Platzierung der Kurzschlußverbindungen an gegenüberliegenden Randbereichen der Metallbeschichtungen und die Einfügung der Innenleiter der beiden Koaxialleitungen in der Nähe der dort befindlichen Kurzschlußverbindungen und in zwei Zonen, die voneinander einen relativen Abstand aufweisen, einen Beitrag dazu leisten, die Einspeisungen deutlich voneinander unabhängig zu machen.

Der Abstand wird hier bestimmt durch:

$$\begin{aligned} \beta' &= k'(\alpha' + \beta') \\ \delta' &= k''(\gamma' + \delta') \end{aligned}$$

wobei die Kennwerte denjenigen nach Fig. 9 entsprechen. Ihre Größen unterscheiden sich hiervon geringfügig, um Störungen zu kompensieren, die durch die andere Art der Einspeisung auftreten können. Die Bemessung der Beläge ist die gleiche wie nach Fig. 9.

Es ist noch nicht sicher, ob die Art der Realisierung entsprechend den Fig. 11 und 12 über den Betrieb mit zwei Frequenzen hinaus verallgemeinert werden kann, wenigstens was die Möglichkeit einer getrennten Einspeisung für die verschiedenen Frequenzen betrifft.

Dagegen ist die Ausführungsform nach den Fig. 8 bis 10 offenbar auf mehr als zwei Arbeitsfrequenzen zu erweitern, wobei also mehr als zwei übereinanderliegende Metallbeläge vorzusehen sind, zwischen denen eine entsprechende Anzahl von dielektrischen Platten liegt.

Die beschriebenen Strahlerelemente gemäß der Erfindung erfüllen die Gesamtheit der eingangs genannten Bedingungen, wobei aber die Forderung nach einer Antennencharakteristik, deren Öffnungswinkel 180° beträgt, nur innerhalb eines Kugelsektors erfüllt ist, der

kleiner als eine Halbkugel ist.

Mit der Erfindung soll zusätzlich die Aufgabe gelöst werden, eine wirklich halbkugelförmige Antennencharakteristik zu erhalten, und außerdem sollen die Strahlerelemente in Zirkularpolarisation arbeiten können.

Zu diesem Zweck wird in Weiterbildung der Erfindung eine Gruppe von vier Strahlerelementen, die in vier verschiedene Richtungen orientiert sind, verwendet (obwohl für andere Anwendungen ein einziges Element genügen würde).

Fig. 13 zeigt eine Gruppe von vier Strahlerelementen E10-1 bis E10-4, die jeweils entsprechend den Fig. 8 bis 10 ausgebildet sind. Aus der geometrischen Anordnung der Kurzschlußreihen ergibt sich, daß die vier Strahlerelemente in vier verschiedene Richtungen orientiert sind, die durch die Winkellagen 0°, 90°, 180° und 270° definiert sind.

Fig. 14 zeigt eine Gruppe von ebenfalls vier Strahlerelementen E20-1 bis E20-4, die jeweils der Ausführungsform nach den Fig. 11 und 12 entsprechen.

Die Strahlerelemente E20-1 bis E20-4 liegen in Winkelstellungen, die ebenfalls relativ zueinander 0°, 90°, 180° und 270° betragen.

Die Antennen nach den Fig. 13 und 14 haben hinsichtlich jedes Strahlerelementes den erläuterten Vorteil der individuellen elektrischen Einspeisung, nämlich die gemeinsame Einspeisung für die beiden Arbeitsfrequenzen pro Element (Fig. 13) oder die getrennte Einspeisung beider Arbeitsfrequenzen pro Strahlerelement (Fig. 14).

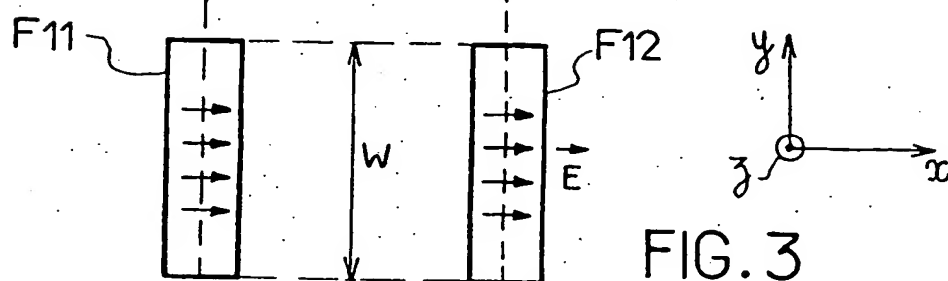
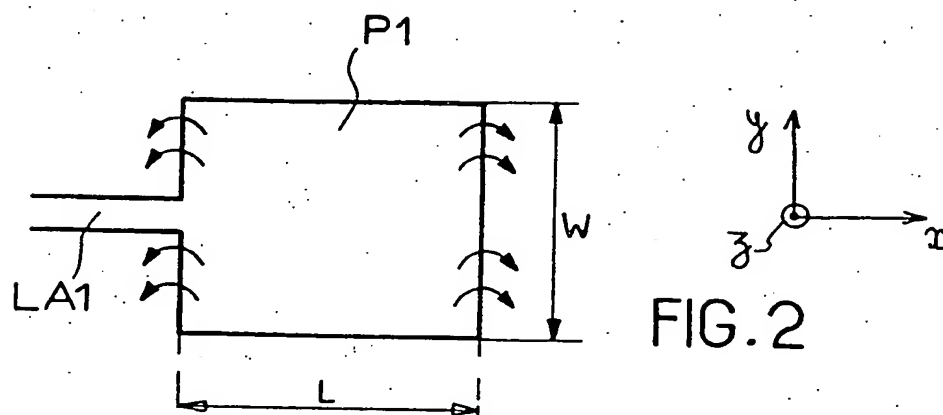
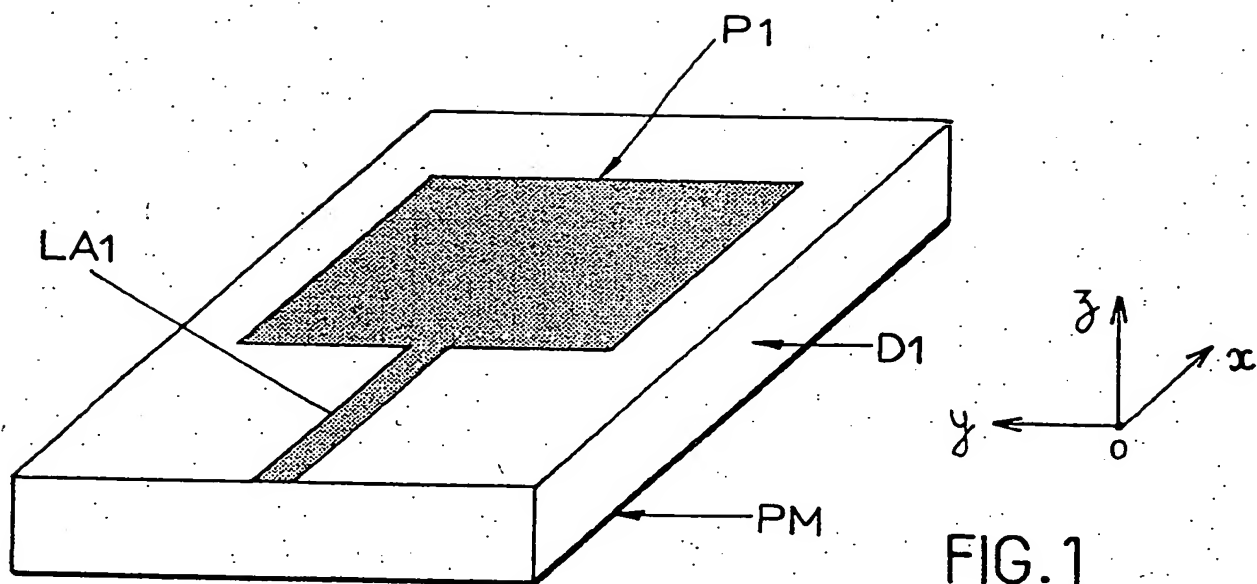
Mit einer solchen Gruppe von Strahlerelementen mit getrennter Einspeisung können Antennen realisiert werden, die für mindestens zwei Frequenzen geeignet sind, mit schmaler Bandbreite bei jeder Frequenz, und mit einem quasi halbkugelförmigen Öffnungswinkel. Dabei ist der Raumbedarf für diese Antennen sehr gering. Schließlich können diese Antennen gegebenenfalls zufriedenstellend in Zirkularpolarisation arbeiten. Auch ist die Impedanzanpassung bei verschiedenen Arten der Einspeisung in die Strahlerelemente mit Hilfe der Koaxialleitungen, die an jedes Strahlerelement angeschlossen sind, sehr einfach zu realisieren.

Patentansprüche

1. Mikrostreifenleiter-Antennenanordnung mit mindestens einem, einen gedämpften Resonator bildenden Strahlerelement, bestehend aus wenigstens zwei aufeinandergeschichteten Platten als Dielektrikum (D1, D2), einer Gegengewicht-Metallschicht (PM), die sich unter der unteren Dielektrikum-Platte (D1) befindet, einem zwischen beiden Dielektrika angeordneten Metallbelag (P11; P21), und einem auf dem oberen Dielektrikum befindlichen Metallbelag (P12; P22), sowie mit einer Koaxial-Speiseleitung, deren Außenmantel (CB12; CB22) mit der Gegengewicht-Metallschicht (PM) verbunden ist, und deren Innenleiter (CA12; CA22) durch Ausnehmungen in den Dielektrika (D1 und D2) hindurchgeführt ist, die Gegengewicht-Metallschicht (PM) und den inneren Metallbelag (P11; P21) berührungslos durchsetzt und mit dem oberen Metallbelag (P12; P22) elektrisch leitend verbunden ist, und mit Kurzschluß-Verbindungen zwischen den Metallbelägen (P11, P12; P21, P22) und zwischen der Gegengewicht-Metallschicht (PM) und mindestens einem der Metallbeläge, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Metallbeläge (P11,

- P12; P21, P22) durch in einer Reihe nahe an einer Kante des oberen Metallbelages (P12; P22) angeordnete Kurzschlüsse (CC12; CC22) elektrisch verbunden sind, und daß der innere Metallbelag (P11; P21) mit der Gegengewicht-Metallschicht (PM) durch nahe seiner einen Kante in einer Reihe angeordnete Kurzschlüsse (CC11; CC21) verbunden ist. 5
2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Einspeisung eine zweite Koaxialleitung (CA21; CB21) vorgesehen ist, deren Außenmantel (CB21) ebenfalls an die Gegengewicht-Metallschicht (PM) angeschlossen ist, und deren Innenleiter (CA21) das untere Dielektrikum (D1) durchsetzt und mit dem inneren Metallbelag (P21) elektrisch leitend verbunden ist. 10 15
3. Antennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kurzschlußreihen (CC11 und CC12) auf derselben Seite der Ebene angeordnet sind, die parallel zu einer Außenkante der Antennenanordnung und durch die Mündungsstelle der Koaxialleitung (CA12, CB12) verläuft. 20
4. Antennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kurzschlußreihen (CC11 und CC12) beiderseits der zu ihnen parallelen, die Mündungsstelle der Koaxialleitung (CA12, CB12) schneidenden Ebene angeordnet sind. 25
5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweils in einer Reihe angeordneten Kurzschlüsse (CC11, CC12; CC21, CC22) durch Stifte gebildet sind, die in genau gleichen Abständen voneinander positioniert sind. 30
6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens einer der Metallbeläge (P11, P12; P21, P22) genau rechteckig ausgebildet ist. 35
7. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sich der obere Metallbelag (P12; P22) in der Projektion auf den unteren Metallbelag (P11; P21) vollständig innerhalb von dessen Umriß befindet. 40
8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Gruppe von vier genau gleichen Strahlerelementen (E10-1 bis E10-4; E20-1 bis E20-4) vorgesehen ist, die in ihrer Strahlungsrichtung jeweils aufeinanderfolgend um 90° gegeneinander versetzt sind. 45 50
9. Antennenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die vier Strahlerelemente der Antenne gemeinsame, durch zwei geschichtete Platten gebildete Dielektrika haben.
10. Verwendung der Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9 zur Bildung einer geeigneten Antenne, die auf mindestens zwei schmalen Frequenzbändern unterschiedlicher Mittelfrequenz arbeitet und einen quasi halbkugelförmigen Öffnungswinkel der Antennencharakteristik hat. 55 60

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



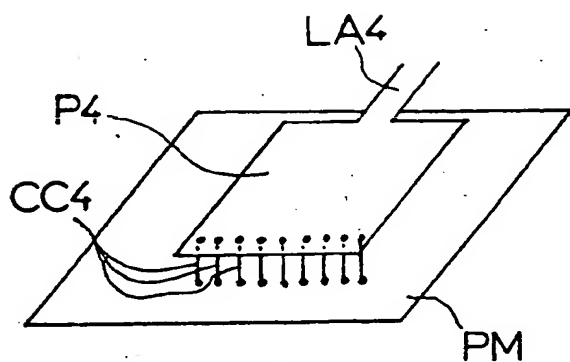


FIG. 4

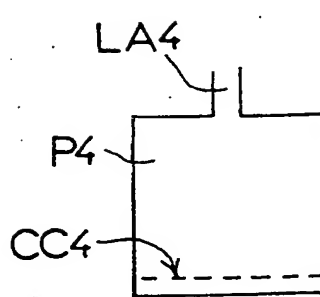


FIG. 4A

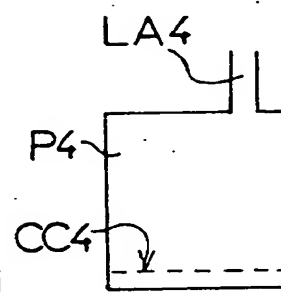


FIG. 5

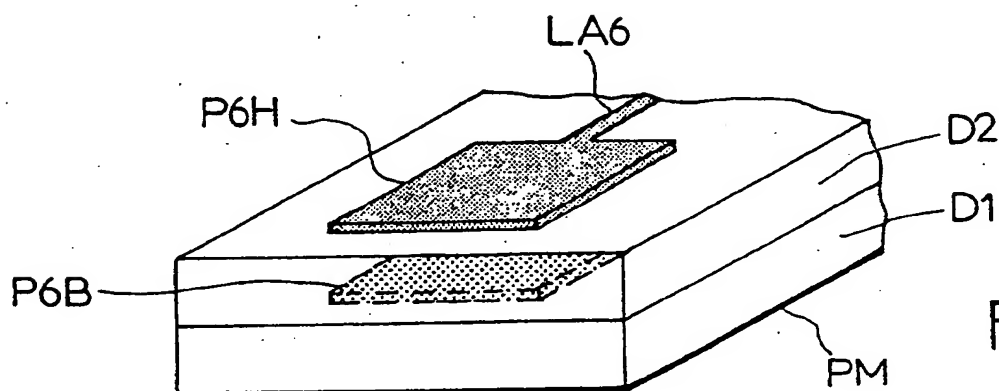


FIG. 6

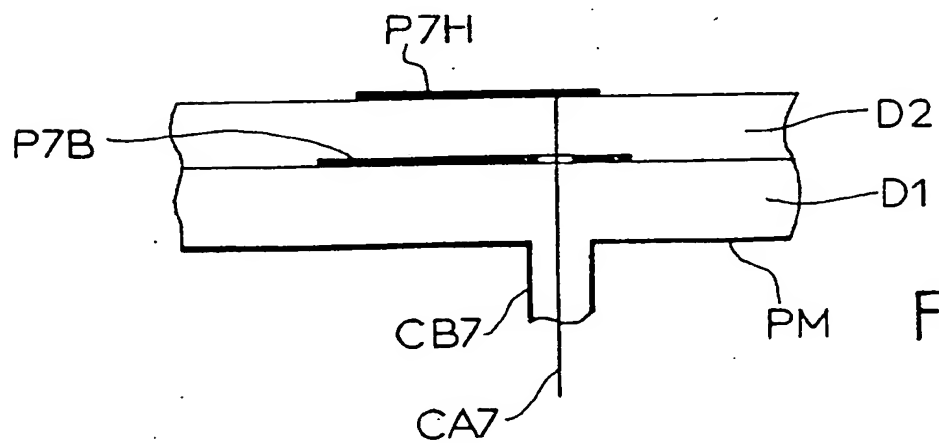


FIG. 7

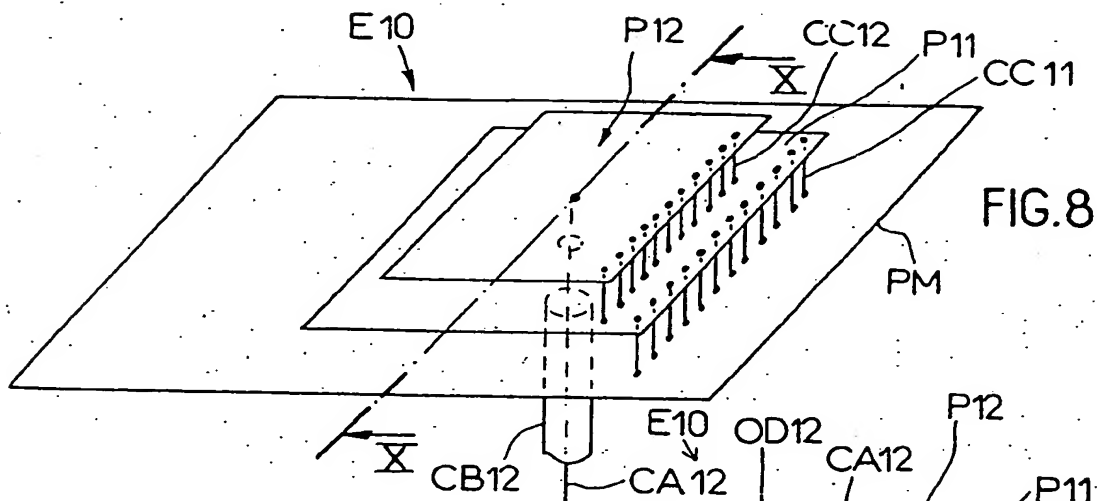


FIG. 8

FIG. 9

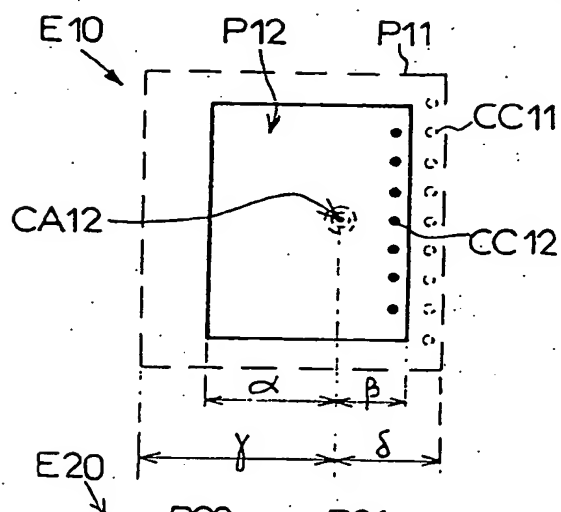


FIG. 11

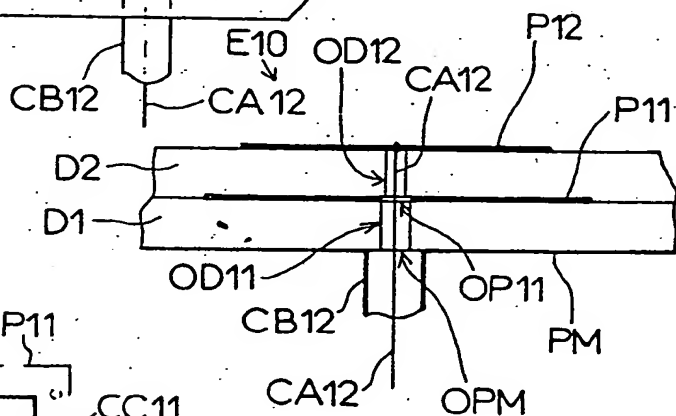
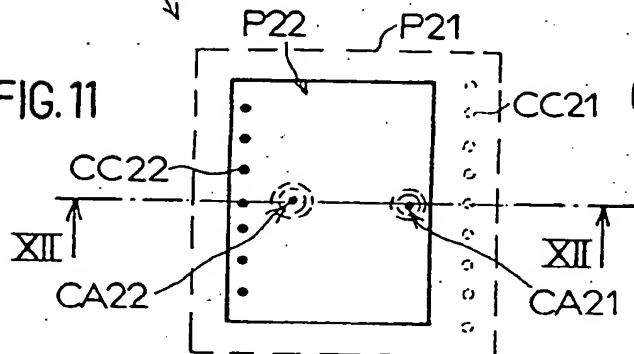


FIG. 10

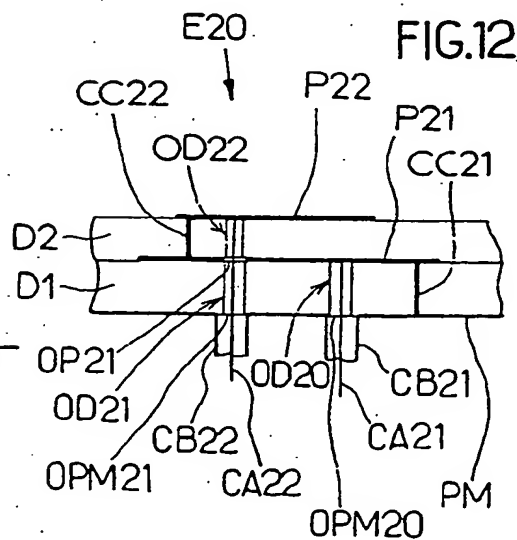


FIG. 12

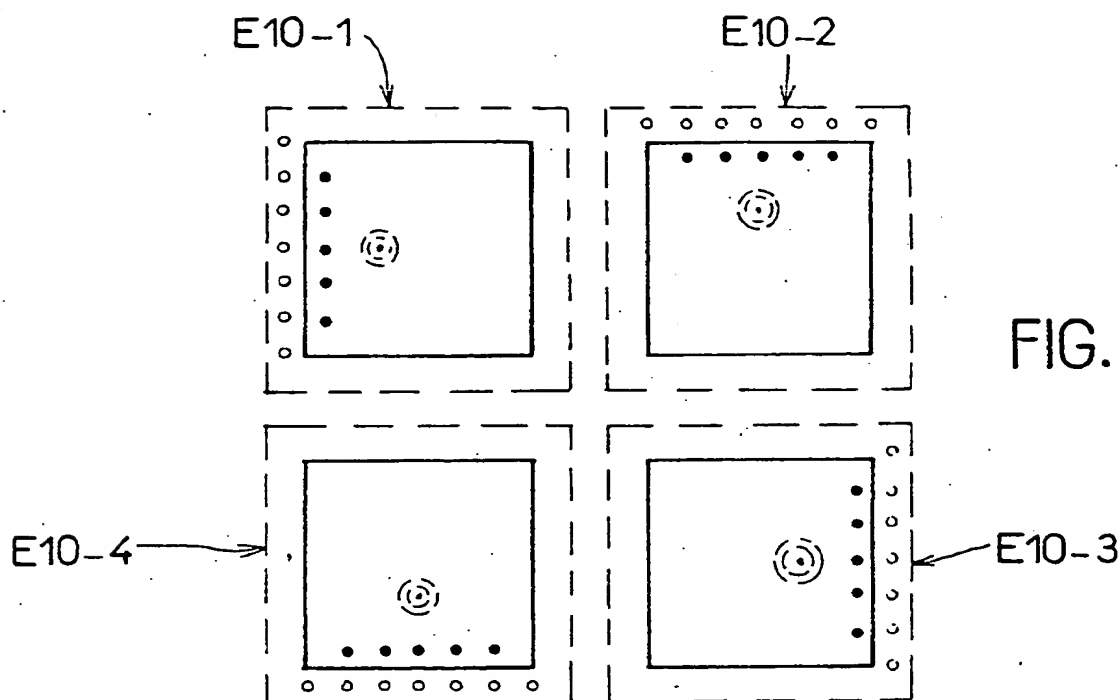


FIG. 13

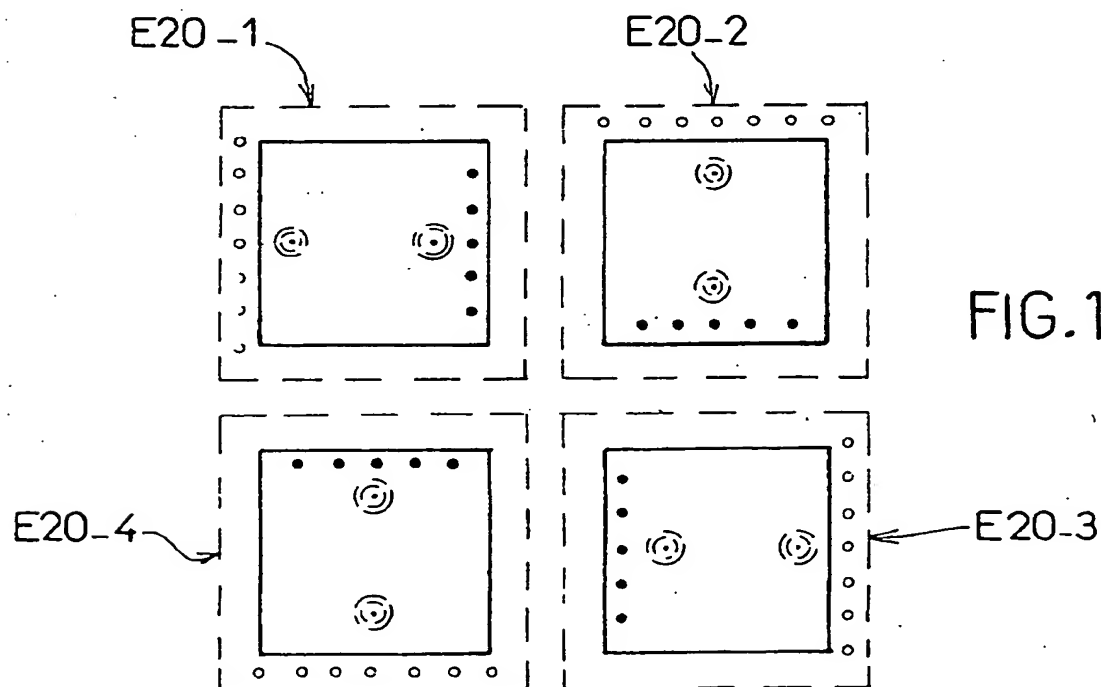


FIG. 14